

自動ピッキングシステムの運用効率化方式の提案と評価

5D-2

小野俊之* 加賀美晃* 小坂満隆* 馬場信行**

* (株)日立製作所 システム開発研究所 ** 同 土浦工場

1. はじめに

近年の多品種少量対応の物流では、注文に応じて必要個数の商品を荷揃えするピッキング作業の効率化が重点テーマである。ピッキング作業の正確化、省力化を実現するために、自動ピッキングシステムが指向されてきた。バラもののピッキングについては、一部自動化が進められているものの依然として、人手に頼っているのが実状である。自動化を阻む要因としては、商品の多様化、数量の小口化に伴い、システムのトータル能力を十分に発揮できず、作業効率が低下することがあげられる¹⁾。

本稿では、商品の棚割り付けと注文処理順序を制御することにより、ピッキング装置間の負荷バランスをとり、システムの作業効率を高める運用方式を提案し、その有効性を検証する。

2. システムモデルと運用上の問題点

2.1 システムモデル

自動ピッキングシステムの基本モデルである1つのレーンを図1に、複数レーンの構成を図2に示す。

レーンは、2つのラインと1つの回収コンベアからなる。ラインは、商品を1列ずつ配列した棚、ピッ

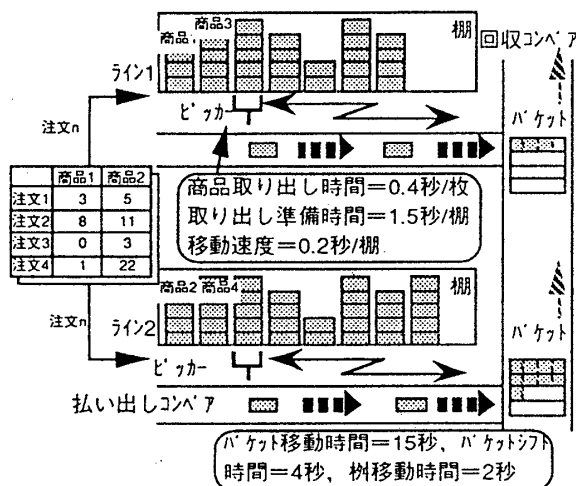


図1. 自動ピッキングシステムの基本モデル (1レーン)

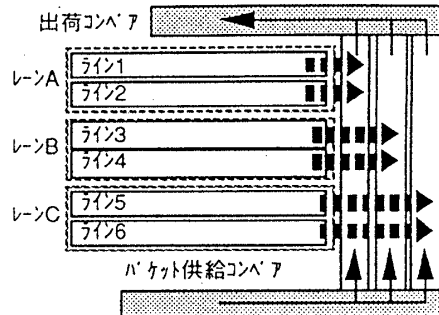


図2. 自動ピッキングシステムの全体構成 (3レーンの場合)

カー、払い出しコンベアからなる。ピッカーは注文商品を棚から取り出し、払い出しコンベアで搬送してバケットに投入する。複数のライン、レーンで1注文分を並行作業する。バケットは柵で区切られ、柵が一杯になると次の柵に移動する。バケットが一杯になるか1注文の処理が終わるとバケットを出荷する。複数のレーンの場合には同じ注文のバケットは続けて出荷コンベアへ出荷する。

2.2 システム運用上の問題点

システムの効率は、規模や機械性能に影響を受けるほか、外部環境とそれに対する運用に左右される。本モデルの場合、最大処理時間を必要とするレーン、ラインがシステム全体の処理時間を律している。よって、特定のラインに処理が偏ると、処理が先に終了した他のラインの作業待ち時間が多くなり、ピッキング効率が低下する。また、複数のレーンの際には、同一注文を連続して出荷するため、レーン間で処理が偏ると先に処理が終了したレーンは他が前の注文分を出荷するまで作業を待つ時間が増える。

3. システムの運用効率化方式の提案

3.1 運用効率化方式の考え方

上記問題点を解決するには、ライン、レーン間の負荷バランスをとる必要がある。そこで複数のラインの負荷をバランスさせるために、ピッカーの注

文処理時間が均等になるように商品を棚に割り付ける。また、レーン間でのバケット出荷の待ち時間を減らすために、あるレーンが前の注文分の処理中に他のレーンが次の注文を出荷しないように、注文処理順序を並び換え、レーン間で最初の注文からの累積処理時間の分散を常に少なくする。次に、商品の棚割り付けと注文処理順序について、具体案を示す。

3.2 商品の棚割り付けの適正化

同じレーンで前後のラインの負荷バランスをとるため、前ラインと後ラインの処理時間が均等になるように商品を割り付ける。複数のレーンの際は全ラインの処理時間が均等になるように割り付ける（バランス割り付け）。更に、1種類の商品を複数の棚に割り付ける際には、全種類の商品を全ての棚に割り付けると注文を自由に分割して処理でき、より平準化し易くなる（複数棚バランス割り付け）。但し、複数棚に割り付けると商品列が増えるため、1つの棚に割り付けるよりピッカーの移動時間は増加する。

3.3 注文処理順序の適正化

複数のレーンの出荷待ち時間を減らすため、レーン間で最初の注文からの累積処理時間の分散が常に少なくなるように、次の評価関数が最小となる注文xを順次処理していく（バランス処理順）。

$$\text{評価関数} = \text{MAX}\{T_1(n)+x_1, T_2(n)+x_2, \dots, T_p(n)+x_p\} - \text{MIN}\{T_1(n)+x_1, T_2(n)+x_2, \dots, T_p(n)+x_p\}$$

$T_i(n)$: レーンiのn番目の注文までの全処理時間
 x_i : 未処理注文xのレーンiでの処理時間

4. システムの運用効率化方式の評価

4.1 評価方法

提案方式の有効性を検証するため、図1の性能値、図2のシステム構成で、実際の注文データ（57商品、71注文、35736個）を用いてシミュレーション実験を行なった。シミュレーションの手順を次に示す。

- <STEP1>注文ファイル、システム構成、性能に関するパラメータを設定する。
- <STEP2>運用方式を次から選択して設定する。
 - ・商品の棚割り付け: (1)単純割り付け(2)バランス割り付け(3)複数棚バランス割り付け
 - ・注文処理順序: (1)注文到着順(2)バランス処理順

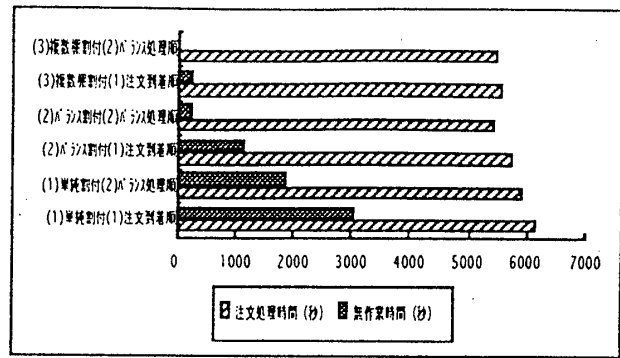


図3. 実験結果

なお、提案方式の比較対象として、商品番号順の棚割り付け(単純割り付け)と注文到着順に処理する方式を用意した。

<STEP3>運用方式に従い、自動ピッキングシステムの振る舞いをシミュレーションし、ピッキング効率を算出する。

4.2 結果と考察

図3に実験結果を示す。提案方式の「(2)バランス割り付け、(2)バランス処理順」は、「(1)単純割り付け、(1)注文到着順」に比べ処理時間を約12%短縮できた。商品の棚割り付けについて見ると(2)バランス割り付け、(3)複数棚バランス割り付けともに(1)単純割り付けと比べ約7~9%効率が向上した。(3)複数棚バランス割り付けは、ピッカー移動時間増加の影響が大きく、(2)バランス割り付けとさほど変わらぬ注文処理時間となった。注文処理順序について見ると、提案方式により無作業時間が最大75%低減し、システムの稼働率が向上した。

5. おわりに

商品の棚割り付けと注文処理順序の適正化により、複数のピッキング装置間の負荷バランスを実現する方式を提案した。また実際の注文データを用いた実験で、注文処理時間の短縮を確認した。これにより、所定のシステム構成で同じ注文群をより迅速に処理することができ、注文処理サービスの向上が図れる。

[参考文献]

[1]物流技術情報：特集「ピッキング機器」：第40巻第3号